

EP00/02366



REC'D 08 MAY 2000

WIPO

PCT

**Bescheinigung**

4

#3

Die Ticona GmbH in Kelsterbach/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren und Vorrichtung zur Stofftrennung"

am 19. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol B 01 D 21/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 21. Februar 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

*Waasmaier*

Aktenzeichen: 199 12 269.5

Waasmaier

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

## Verfahren und Vorrichtung zur Stofftrennung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stofftrennung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine insbesondere zur Durchführung des Verfahrens

5 vorgesehene Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

Bei einem gattungsgemäßen Verfahren wird ein Stoff, welcher zumindest eine erste, schwere Stoffkomponente und eine zweite, leichte Stoffkomponente umfaßt, in eine Sedimentationskammer eines Behälters eingeleitet und einem Gravitationsfeld ausgesetzt. Unter Einfluß des Gravitationsfeldes wird in der Sedimentationskammer die erste, schwere Stoffkomponente in einer in Gravitationsrichtung unteren Sedimentationszone angereichert, welche nach unten durch einen Boden begrenzt ist. Der Stoff mit der angereicherten ersten Stoffkomponente wird aus der Sedimentationszone über eine Öffnung in dem Boden nach unten abgeleitet. In den Behälter wird zur Verbesserung der Trennung zwischen der ersten Stoffkomponente und der zweiten Stoffkomponente ein Waschfluid eingeleitet.

15

Eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Stofftrennung weist einen Behälter auf, der zum Aufnehmen und Sedimentieren eines Stoffes mindestens eine Sedimentationskammer umfaßt, die an ihrem unteren Ende durch einen Boden begrenzt ist. Dieser weist eine Öffnung zum Ableiten eines sedimentierten Stoffes auf, wobei an dem Behälter eine Strömungseinrichtung zum Zuführen eines Waschfluides vorgesehen ist.

Ein gattungsgemäßes Verfahren und eine gattungsgemäße Vorrichtung gehen beispielsweise aus der DE 25 11 497 C3 hervor. Einer Austauschsäule wird ein schwerer Mengenstrom von oben und ein leichter Mengenstrom von unten zugeführt. In der Austauschsäule sind Böden und Durchlässe so angeordnet, daß der schwere Mengenstrom von oben in die einzelnen Kammern einströmt und in eine Rotationsbewegung versetzt wird. Der schwere Mengenstrom dient dabei als ein Treibstrahl, der über spezielle Durchlässe in den Böden aus einer weiter unter

25

liegenden Kammer Waschfluid so ansaugt, daß eine intensive Vermischung zwischen dem schweren Mengenstrom und dem Waschfluid erfolgt. Hierdurch soll erreicht werden, zumindest eine bestimmte Stoffkomponente des schweren Mengenstromes abzutrennen, wobei sich eine schwere Phase in einem unterem Bereich der Austauschsäule absetzt und von dort abgezogen werden kann.

Voraussetzung zur Durchführung dieses bekannten Verfahrens ist, daß sich innerhalb der Austauschsäule ein gewünschtes stabiles Strömungsverhalten einstellt. In der Praxis ist jedoch die Einstellung eines derartigen stabilen Strömungsverhaltens sehr problematisch und kaum erreichbar, da die einzelnen Ausgangsstoffe in ihrer quantitativen und qualitativen Zusammensetzung häufig größeren Schwankungen ausgesetzt sind. Zudem steht die bei dem gattungsgemäßen Stand der Technik angestrebte intensive Vermischung einer effizienten Trennung zwischen einer schweren Phase und einer leichten Phase durch Sedimentation entgegen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit denen eine einfache und zugleich besonders effiziente Trennung von zwei unterschiedlichen Stoffkomponenten ermöglicht wird.

Nach der Erfindung wird die Aufgabe zum einen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff mit der angereicherten ersten Stoffkomponente durch die Öffnung in dem Boden als ein Sedimentfilm abgeleitet wird, welcher durch das Waschfluid quer angeströmt wird, und daß das Waschfluid den Sedimentfilm durchströmt und dabei eine zumindest teilweise Verdrängung der verbliebenen zweiten Stoffkomponente aus dem Sedimentfilm erfolgt.

Ein Grundgedanke der Erfindung liegt darin, zur Stofftrennung zwischen den zwei Stoffkomponenten vor allem einen Verdrängungseffekt auszunutzen, bei dem keine

oder kaum eine intensive Vermischung auftritt. Der mit der schwereren Stoffkomponente angereicherte, relativ dünne Sedimentfilm wird von dem Waschfluid, welches ein Gas oder eine Flüssigkeit sein kann, quer angeströmt und dabei durchströmt. Insbesondere aufgrund der unterschiedlichen Massenträgheiten der verschiedenen Stoffkomponenten wird verstärkt die leichtere Stoffkomponente durch das Waschfluid aus dem Sedimentfilm verdrängt. Gegenüber dem gattungsgemäßen Verfahren des Vermischens des Stoffes mit einem Waschfluid und anschließendem Sedimentieren wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine deutlich verbesserte Stofftrennung erreicht. Dabei sind relativ große Mischkammern nicht notwendig, so daß das erfindungsgemäße Verfahren in kompakten Vorrichtungen durchgeführt werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Stoff mit der angereicherten ersten Stoffkomponente nach dem Durchströmen des Waschfluides in zumindest eine weitere Sedimentationskammer eingeleitet wird, in welcher der Vorgang des Anreicherns der ersten Stoffkomponente, das Bilden eines Sedimentfilmes sowie das Anströmen Sedimentfilmes mittels des Waschfluides wiederholt werden. Durch eine nachfolgende Wiederholung des Sedimentationsvorganges können auch die Anteile der ersten Stoffkomponente zurückgewonnen werden, welche durch das Waschfluid aus dem Sedimentfilm mit verdrängt wurden. Des weiteren kann in der nachfolgenden Sedimentationsstufe auch eine Trennung des Waschfluides erfolgen, welches sich mit dem zu behandelnden Stoff in dem Sedimentfilm vermischt hat.

Für eine besonders gute Stofftrennung ist es nach der Erfindung vorgesehen, daß der Vorgang des Anreicherns der ersten Stoffkomponente sowie des Anströmens des Sedimentfilmes in einer Vielzahl von Schritten wiederholt wird, bis ein vorgegebener Restanteil der zweiten Stoffkomponente erreicht ist. Bei einer Wiederholung des erfindungsgemäßen Verfahrens in bis zu zehn und mehr Stufen kann ein Restanteil der zweiten Stoffkomponente in der ersten Stoffkomponente auf nahezu jeden beliebigen Wert abgesenkt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere für Suspensionen, bei denen eine Stoffkomponente der Feststoff und die andere Stoffkomponente eine Flüssigkeit ist. In der Regel ist dabei

der Feststoff die schwerere Stoffkomponente, welche zur Sedimentbildung in Gravitationsrichtung nach unten sinkt. In bestimmten Fällen, etwa bei einem Verfahren zur Meerwasserentsalzung unter Bildung von Eiskristallen, kann der das Sediment bildende Feststoff auch die leichtere Stoffkomponente sein. Die

- 5 Sedimentbildung erfolgt dabei entgegen der Gravitationsrichtung. Neben unterschiedlichen Aggregatzuständen der beiden Stoffkomponenten können diese jedoch auch denselben Aggregatzustand aufweisen, so daß eine Trennung zwischen zwei Fluiden möglich ist. Im nachfolgenden soll der Begriff "oben" als in Sedimentationsrichtung vorangehend und der Begriff "unten" als in
- 10 Sedimentationsrichtung nachfolgend verstanden werden.

Für eine vorteilhafte Durchführung des Verfahrens ist es zweckmäßig, daß als Waschfluid ein Fluid mit einem spezifischen Gewicht verwendet wird, welches sich von dem der ersten Stoffkomponente unterscheidet. Erfolgt die Sedimentbildung in Gravitationsrichtung so ist die Dichte des Waschfluids geringer als die der ersten

15 Stoffkomponente. Erfolgt die Sedimentbildung entgegen der Gravitationsrichtung, so ist die Dichte des Waschfluids zweckmäßig größer. Das Waschfluid kann dabei insbesondere auch ein Lösungsmittel sein, durch welches unerwünschte Bestandteile aus dem zu behandelnden Stoff gelöst und damit als zweite oder zusätzlich zur zweiten Stoffkomponente abgetrennt werden. Das Waschfluid kann

20 mit der zweiten Stoffkomponente gleich oder verschieden sein, mischbar oder unmischbar sein.

- Eine besonders wirtschaftliche Ausnutzung des Waschfluides wird dadurch erreicht, daß bei kaskadenartig übereinander angeordneten Sedimentationskammern der zu trennende Stoff an einer oberen Sedimentationskammer und das Waschfluid an
- 25 einer unteren Sedimentationskammer in den Behälter eingeleitet werden und daß das Waschfluid nach einem Durchströmen des Sedimentfilmes an der unteren Sedimentationskammer anschließend entgegen der Sedimentationsrichtung zum Sedimentfilm der darüberliegenden Sedimentationskammer strömt. Es wird so eine Gegenstromwaschung entgegen der Sedimentationsrichtung erreicht.

Erfindungsgemäß ist es für einen gleichmäßigen Verfahrensablauf von Vorteil, daß der Stoff mit der angereicherten ersten Stoffkomponente an einem Ende des Behälters abgeleitet wird und daß das Waschfluid mit der zweiten Stoffkomponente an einem gegenüberliegenden Ende des Behälters abgeleitet wird.

- 5 Um ein zuverlässiges Durchströmen des Waschfluides quer durch den im wesentlichen parallel zur Gravitationsrichtung strömenden Sedimentfilm zu erreichen, ist es nach einem weiteren Aspekt der Erfindung vorgesehen, daß der mit der ersten Stoffkomponente angereicherte Stoff durch eine ringförmige Öffnung in dem Boden der Sedimentationskammer strömt und dabei ein ringförmig
- 10 geschlossener Sedimentfilm gebildet wird und daß das Waschfluid den ringförmig geschlossenen Sedimentfilm von außen nach innen oder von innen nach außen durchströmt. Ein entsprechender Strömungskanal für das Waschfluid ist dabei einerseits radial außerhalb des ringförmigen Sedimentfilmes angeordnet, während andererseits ein weiterer Strömungskanal für das Waschfluid radial innerhalb des
- 15 Sedimentfilmes verläuft. So kann das Waschfluid zum einen radial nach innen durch den Waschfilm strömen und über den radial innen liegenden Leitungskanal nach oben zu der nächsten Sedimentationskammer geleitet werden. Zum anderen kann dann bei der darüberliegenden, oberen Kammer das Waschfluid von innen radial nach außen durch den ringförmigen Sedimentfilm strömen, um einen erneuten
- 20 Verdrängungsvorgang zu bewirken.

- Nach der Erfindung wird unerwünschten Ablagerungen innerhalb des Behälters sowie einem Zusetzen der Öffnungen in den Böden der Sedimentationskammern dadurch entgegengewirkt, daß mittels eines Bewegungsorgans in den Behälter gezielt Bewegungsenergie, insbesondere in den Bereich der Sedimentationszone
- 25 eingebracht wird. Dies kann beispielsweise mittels eines Rührers innerhalb des Behälters oder Schwingungserzeugern innerhalb und/oder außerhalb des Behälters erfolgen. Bei der Behandlung von Suspensionen, bei welchen sich Sedimentationskuchen innerhalb der Sedimentationskammern oberhalb der Öffnungen in den Böden bilden, werden durch ein gezieltes Einbringen von
- 30 Bewegungsenergie Scherkräfte in dem Sedimentationskuchen bewirkt. Durch diese Scherkräfte werden eventuell auftretende, unerwünschte Strömungskanäle des

Waschfluides durch den Sedimentationskuchen beständig zugesetzt. Die Bewegungsenergie wird dabei so eingestellt, daß hierdurch der Sedimentationsprozeß nicht wesentlich durch zusätzliche Vermischungseffekte beeinträchtigt wird.

- 5 Hinsichtlich der Vorrichtung ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung im Boden der Sedimentationskammer als ein Spalt ausgebildet ist, durch welchen beim Ableiten des sedimentierten Stoffes ein Sedimentfilm erzeugbar ist, und daß die Strömungseinrichtung zumindest einen Kanal umfaßt, der in einem Bereich des Austrittes des Sedimentfilmes aus dem Spalt angeordnet und zum
- 10 Anströmen des Waschfluides quer zu dem Sedimentfilm ausgebildet ist. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann insbesondere das zuvor beschriebene Verfahren durchgeführt werden. Das An- und Durchströmen erfolgt in einem spitzen Winkel oder vorzugsweise in einem nahezu rechten Winkel zum Sedimentfilm.

- Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht
- 15 darin, daß zum Bilden eines ringförmigen Sedimentfilmes der Spalt im Boden der Sedimentationskammer ringförmig ausgebildet ist. Bei einem ringförmig geschlossenen Sedimentfilm, welcher eine Kreisform oder auch eine davon abweichende, z.B. eckige Form aufweisen kann, ist ein zuverlässiges Durchströmen des Waschfluides durch den Sedimentfilm sichergestellt.

- 20 Dies wird erfindungsgemäß insbesondere dadurch erreicht, daß ein innerer Kanal als Zulaufkanal innerhalb des ringförmigen Sedimentfilms angeordnet ist und daß die Strömungseinrichtung einen ringförmigen äußeren Kanal als Ablaufkanal aufweist, der den ringförmigen Sedimentfilm umgibt und zum Ableiten des den Sedimentfilm durchströmenden Waschfluides ausgebildet ist.

- 25 Alternativ hierzu oder in Kombination mit der vorstehend genannten Ausführungsform ist es nach der Erfindung auch möglich, daß ein äußerer Kanal als Zulaufkanal ringförmig ausgebildet ist und den ringförmigen Sedimentfilm umgibt und daß ein innerer Kanal als Ablaufkanal innerhalb des ringförmigen Sedimentfilmes angeordnet und zum Ableiten des den Sedimentfilm

durchströmenden Waschfluides ausgebildet ist. Der Ablaufkanal für das Waschfluid leitet dieses üblicherweise entgegen der Gravitationsrichtung nach oben, insbesondere zu einer darüberliegenden, weiteren Sedimentationskammer.

5 Für eine besonders kompakte Vorrichtung, mit welcher eine besonders gute Stofftrennung zwischen den beiden Komponenten erzielbar ist, ist es nach der Erfindung vorgesehen, daß in einem Behälter mehrere Sedimentationskammern kaskadenartig übereinander angeordnet sind. Mit der Anzahl der Sedimentationskammern in dem Behälter nimmt auch der Grad der erreichbaren Stofftrennung und damit der erzielte Reinheitsgrad einer Stoffkomponente zu.

10 Bei dieser kaskadenartigen Anordnung mehrerer Sedimentationskammern ist es erfindungsgemäß bevorzugt, daß der Ablaufkanal einer Sedimentationskammer mit dem Zulaufkanal einer darüberliegenden Sedimentationskammer leitungsverbunden ist und daß der Spalt einer Sedimentationskammer unmittelbar oberhalb der darunterliegenden Sedimentationskammer angeordnet ist.

15 Ein kontinuierlicher und möglichst gleichmäßiger Sedimentfilm wird erfindungsgemäß dadurch erzeugt, daß der Boden der Sedimentationskammer trichterförmig zu dem Spalt hin ausgebildet ist. Durch die Schrägstellung des Bodens gegenüber der Gravitationsrichtung wird auch der Bildung fester Ablagerungen an dem Boden der Sedimentationskammer entgegengewirkt.

Zur Vereinfachung der Herstellung der Vorrichtung ist es nach der Erfindung vorgesehen, daß die Sedimentationskammer rotationssymmetrisch zu einer Mittenachse ausgebildet ist und daß die Sedimentationskammer zumindest zwei ringförmige Wandelemente aufweist, von denen zumindest ein Wandelement konisch zur Mittenachse ausgebildet ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann so  
25 aus einzelnen Rohr- und Ringsegmenten aufgebaut werden, die in einen einfachen zylindrischen Behälter eingebracht werden. Bei mehreren Sedimentationskammern können diese jeweils aus denselben Elementen aufgebaut sein, so daß eine wirtschaftliche Herstellung der einzelnen Elemente ermöglicht wird.



Eine besonders bevorzugte konstruktive Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, daß ein Träger vorgesehen ist, welcher parallel und insbesondere coaxial zur Mittenachse angeordnet ist, und daß ein radial innen liegendes Wandelement der Sedimentationskammer an dem Träger befestigt ist.

- 5 Eine Sedimentationskammer kann so im wesentlichen aus nur zwei ringförmigen Elementen aufgebaut werden, nämlich einem innen liegenden Wandelement und einem außen liegenden Wandelement. Das innen liegende Wandelement wird dabei an dem mittigen Träger befestigt, während das außen liegende Wandelement an der Behälterinnenseite oder an entlang der Behälterinnenseite verlaufenden Stützen  
10 befestigt werden kann.

- Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht weiter darin, daß der Träger relativ zu dem Behälter bewegbar gelagert ist. Auf diese Weise kann über den Träger oder den Behälter Bewegungsenergie und insbesondere gewisse Scherkräfte in den Sedimentationskuchen eingebracht werden. Hierdurch wird das  
15 gleichmäßige Bilden des Sedimentfilmes unterstützt. Des weiteren werden durch die aufgebrachten Scherkräfte eventuell auftretende Durchströmungs- oder Bypasskanäle durch den Sedimentationskuchen in dem Sedimentationskuchen wieder zugesetzt.

- Eine besonders zweckmäßige konstruktive Ausgestaltung der Erfindung wird dadurch erreicht, daß der Träger drehbar gelagert und über einen Motor drehend  
20 angetrieben ist.

- Des weiteren ist es erfindungsgemäß auch möglich, daß der Träger axial verschiebbar ist. Durch eine axiale Verschiebung des Trägers sowie eine Feststellung in bestimmten axialen Lagen kann die Größe des Spaltes im Boden  
25 verändert werden. Somit kann auf einfache Weise die Spaltgröße bei Veränderung des zu behandelnden Stoffes angepaßt werden.

Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Träger hohl ist und mit Durchbrüchen zum Leiten des Waschfluides innerhalb des Trägers ausgebildet ist. Auf diese Weise kann eine einfache Fluidleitung

gewährleistet werden, wenn das Waschfluid nach einem radialen Einstromen in einen ringförmigen Sedimentfilm mittig zur nächsten Sedimentationskammer geführt werden soll.

- 5 Ein gleichmäßiges Durchströmungsverhalten und damit ein kontinuierlicher Verfahrensablauf wird nach der Erfindung dadurch gewährleistet, daß der Behälter im wesentlichen zylindrisch zu einer Mittenachse ausgebildet ist.

- 10 Nach der Erfindung wird ein guter Abzug der sedimentierten Stoffkomponente aus dem Behälter dadurch erreicht, daß ein Bodenbereich des Behälters konisch ausgebildet und mit einer mittigen Ableitung sowie einem ringförmigen Zufluß für das Waschfluid versehen ist. Der Bodenbereich des Behälters kann zweckmäßigerweise auch als Hyperkonzentrator ausgeführt sein, der grundsätzlich bekannt und beispielsweise in der Zeitschrift "Filtrieren und Separieren" 1998, Band 12, Heft 1, Seite 8 bis 15 beschrieben ist.

- 15 Die Erfindung ist des weiteren dadurch fortgebildet, daß an einem dem Bodenbereich gegenüberliegenden Ende des Behälters eine Beruhigungszone zum Sammeln des Waschfluides und der getrennten zweiten Stoffkomponente vorgesehen ist und daß eine Zuleitung für noch unbehandelten Stoff zu der oder den Sedimentationskammern unterhalb der Beruhigungszone in den Behälter mündet.

- 25 Eine besonders gute Stofftrennung ist erfindungsgemäß dadurch erzielbar, daß mehrere Behälter parallel und/oder in Reihe geschaltet sind. Bei der Reihenschaltung wäre der Abfluß eines Behälters mit dem Zulauf zumindest eines weiteren Behälters verbunden, so daß eine weitere Stofftrennung durchgeführt werden kann, um einen gewünschten Reinheitsgrad zu erreichen. Bei der Parallelschaltung sind die sich entsprechenden Zu- und Abläufe miteinander verbunden, so daß die Durchflußkapazität erhöht wird.

Die Erfindung wird nachfolgend weiter anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen erläutert, welche schematisch in den Zeichnungen dargestellt sind.

In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer zweiten Ausführungsform; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Abschnittes einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer dritten Ausführungsform.

Figur 1 zeigt die schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei der gezeigten Ausführungsform ist die Sedimentationsrichtung gleichgerichtet zur Gravitationsrichtung, wobei sich das schwerere Sediment nach unten absetzt. Bei der Behandlung von Stoffen, bei denen die sedimentbildende Stoffkomponente gegenüber dem Waschfluid leichter ist, verläuft die Sedimentationsrichtung entgegengesetzt zur Gravitationsrichtung. In diesem Fall kann die gezeigte Vorrichtung um  $180^\circ$  verkehrt eingesetzt werden.

Ein länglicher Behälter 10 enthält eine Vielzahl von Sedimentationskammern 12. Der Behälter 10 kann verschiedene Längen aufweisen. In der vorliegenden schematischen Darstellung ist der Behälter 10, wie durch die gestrichelten Linien angezeigt, unvollständig dargestellt. Die einzelnen Sedimentationskammern 12 weisen Böden 14 auf und sind durch ringförmige Wandelemente 22, 24, 25, 28 begrenzt bzw. unterteilt. Wird nun ein zu trennender Stoff mit einer ersten und einer zweiten Stoffkomponente durch eine Öffnung 40 in den Behälter 10 eingeleitet, so tritt dieser nach Durchgang durch ein mittiges Einlaufrohr 41 zunächst in die oberste Sedimentationskammer 12 ein und sedimentiert unter Einfluß eines Gravitationsfeldes. Dabei entsteht eine schwere Phase mit der einen Stoffkomponente, die ein Sediment bildet, und eine leichte Phase, die aus einem Waschfluid und der anderen Stoffkomponente besteht und nach oben strömt. Das Sediment sammelt sich in der trichterförmigen Sedimentationskammer 12 und strömt durch eine als Spalt ausgebildete, ringförmige Öffnung 16 in dem Boden 14. Der

jeweiligen Sedimentationskammer 12 ist durch ringförmige Wandelemente 24, 28 bzw. 22, 25 gebildet und seitlich begrenzt. Die spaltförmige Öffnung 16 bewirkt die Ausbildung eines relativ dünnen Sedimentfilmes, welcher sich in Richtung der Gravitationskraft ausbreitet. Der Sedimentfilm strömt anschließend in die nächste Sedimentationskammer 12, so daß der Vorgang des Bildens eines Sedimentfilms sequentiell wiederholbar ist.

An der Unterseite des Behälters 10 ist ein ringförmiger Zufluß 36 für ein Waschfluid vorgesehen. Das Waschfluid wird von unten nach oben durch den Behälter 10 geleitet, so daß sich eine Gegenströmung in bezug auf den zu trennenden Stoff ausbildet. Durch eine geeignete Strömungseinrichtung wird erreicht, daß das Waschfluid den an den Böden 14 durch die Öffnungen 16 abgeleiteten Sedimentfilm quer anströmt, wobei der Sedimentfilm durchströmt wird und dabei zumindest teilweise eine Verdrängung der zweiten Stoffkomponente aus dem Sedimentfilm erfolgt. Das Strömungsverhalten ist durch Pfeile veranschaulicht.

In dem Behälter 10 ist zentral ein Träger 26 axial verschiebbar und drehbar gelagert, der von oben durch einen nicht dargestellten Motor antreibbar ist. An dem Träger sind radial innenliegende Wandelemente 25, 28 angebracht. Diese Wandelemente 25, 28 beeinflussen zusammen mit weiteren an dem Behälter 10 angeordneten Wandelementen 22, 24 das Strömungsverhalten der durch den Behälter 10 geleiteten Substanzen. Insbesondere bildet ein zylindrisches radial außenliegendes Wandelement 24 zusammen mit dem Behälter 10 einen äußeren Kanal 18 für das Waschfluid, während ein innerer Kanal 20 der angrenzenden Sedimentationskammern 12 durch ein radial innenliegendes Wandelement 25 und den rohrförmigen Träger 26 gebildet ist. Die kolonnenartig angeordneten Sedimentationskammern 12 weisen abwechselnd den äußeren Kanal 18 und den inneren Kanal 20 auf, so daß ein im Querschnitt mäanderförmiges Strömen des Waschfluides erzeugt wird. Um in den Sedimentationskammern 12 ein Fördern des Sedimentes zu den Öffnungen 16 zu unterstützen, weisen die Wandelemente 22, 25, 28 konisch ausgebildete Bereiche auf.

Das durch einen äußeren Kanal 18 geleitete Waschfluid strömt von außen radial nach innen und trifft quer auf einen Sedimentfilm, der im wesentlichen parallel zur Mittenachse aus der ringförmigen Öffnung 16 eines Bodens 14 ausströmt. Der Sedimentfilm wird im wesentlichen durchströmt, wobei mindestens eine

- 5 Stoffkomponente zumindest teilweise verdrängt wird. Nachfolgend strömt das Waschfluid im wesentlichen entlang der Unterseite des Bodens 14 durch den inneren Kanal 20 zu den darüberliegenden Sedimentationskammern 12. Nach dem Austritt aus dem inneren Kanal 20 stellt sich wiederum eine Querströmung ein, durch welche der ringförmige Sedimentfilm der darüberliegenden
- 10 Sedimentationskammer 12 nunmehr von innen radial nach außen durchströmt wird. Nach Durchtritt durch den obersten, äußeren Kanal 18 strömt das Waschfluid mit der ausgewaschenen Stoffkomponente in eine Beruhigungszone 43 ein, in welcher ein abschließender Sedimentationsvorgang stattfinden kann. Aus dieser Beruhigungszone 43 wird das Waschfluid mit der zumindest einen angereicherten
- 15 Stoffkomponente über eine Austrittsöffnung 42 abgeleitet.

Der untere Bereich 32 des Behälters 10 ist konisch ausgebildet. Zur Entnahme der im unteren Bereich eingetroffenen Stoffkomponente ist eine Öffnung 34 in dem kegelartigen Behälterabschnitt 32 vorgesehen.

In Fig. 2 ist eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt.

- 20 Als Besonderheit ist zu erwähnen, daß der zu trennende Stoff, nachdem er in die Öffnung 40 eingetreten ist, durch das hohle Innere des parallel zur Mittenachse des Behälters 10 ausgebildeten Trägers 26 transportiert wird. Damit der Träger 26 als ein innerer Kanal zur Waschfluidleitung dienen kann, ist der Träger 26 mit Öffnungen 30 und Barrieren 27 als Strömungssperren versehen, so daß das Fluid
- 25 gezielt zu den Sedimentationskammern 12 gelangen kann. Dort findet dann wiederum die erfindungsgemäße Verdrängung von mindestens einer Stoffkomponente aus einem sich bildenden Sedimentfilm statt, wobei wiederum das Waschfluid für die Verdrängung verantwortlich ist. Der Sedimentfilm bildet sich auch hier an einer Öffnung 16, wobei diese zwischen dem Boden 14 und einem konisch
- 30 verlaufenden Wandelement 22 ausgebildet ist.

Figur 3 zeigt einen Teil einer weiteren speziellen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit dem Zulauf 40 für den zu trennenden Stoff und dem Ablauf 42 für das Waschfluid. Eine Besonderheit dieser Ausführungsform besteht in dem größeren Durchmesser der Beruhigungszone 43, wodurch eine abschließende Sedimentation verbessert wird. Durch einen Rührer 38 werden Scherkräfte eingebracht, welche die Bildung fester Ablagerungen in der Beruhigungszone 43 verhindern. Mittels des Rührers 38 wird eine Förderwirkung zur Behältermitte hin erzeugt. Die Abfolge von Sedimentationskammern 12 kann beispielsweise den Ausführungsbeispielen in Fig. 1 oder Fig. 2 entsprechen, wobei allerdings auch andere, das erfindungsgemäße Prinzip verwirklichende Ausführungsformen denkbar sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Stofftrennung, bei dem

- ein Stoff, welcher zumindest eine erste Stoffkomponente und eine zweite Stoffkomponente umfaßt, sowie ein Waschfluid in einen Behälter (10) mit mindestens einer Sedimentationskammer (12) eingeleitet und einem Gravitationsfeld ausgesetzt werden,
- unter Einfluß des Gravitationsfeldes in der Sedimentationskammer (12) die erste Stoffkomponente in einer Sedimentationszone angereichert wird, welche durch einen Boden (14) begrenzt ist, und
- der Stoff mit der angereicherten ersten Stoffkomponente aus der Sedimentationszone über eine Öffnung (16) in dem Boden (14) abgeleitet wird,

dadurch gekennzeichnet,

- daß der Stoff mit der angereicherten ersten Stoffkomponente durch die Öffnung (16) in dem Boden (14) als ein Sedimentfilm abgeleitet wird, und
- daß das Waschfluid den Sedimentfilm durchströmt und dabei eine zumindest teilweise Verdrängung der verbliebenen zweiten Stoffkomponente aus dem Sedimentfilm erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß der Sedimentfilm mit der angereicherten ersten Stoffkomponente nach dem Durchströmen des Waschfluides in zumindest eine weitere Sedimentationskammer (12) eingeleitet wird, in welcher der Vorgang des Anreicherns der ersten Stoffkomponente, das Bilden eines Sedimentfilmes sowie das Anströmen des Sedimentfilmes mittels des Waschfluides wiederholt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, daß der Vorgang des Anreicherns der ersten Stoffkomponente sowie des Anströmens des Sedimentfilmes in einer

Vielzahl von Schritten wiederholt wird, bis ein vorgegebener Restanteil der zweiten Stoffkomponente erreicht ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Waschfluid ein Fluid mit einem spezifischen Gewicht verwendet wird, welches sich von dem der ersten Stoffkomponente unterscheidet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei kaskadenartig übereinander angeordneten Sedimentationskammern (12) der zu trennende Stoff an einer in Sedimentationsrichtung vorangehenden oberen Sedimentationskammer (12) und das Waschfluid an einer in Sedimentationsrichtung nachfolgenden unteren Sedimentationskammer (12) in den Behälter eingeleitet werden und daß das Waschfluid nach einem Durchströmen des Sedimentfilmes an der unteren Sedimentationskammer (12) anschließend entgegen der Sedimentationsrichtung zu dem Sedimentfilm der darüberliegenden Sedimentationskammer (12) strömt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff mit der angereicherten ersten Stoffkomponente an einem Ende des Behälters (10) abgeleitet wird und daß das Waschfluid mit der zweiten Stoffkomponente an einem gegenüberliegenden Ende des Behälters (10) abgeleitet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der mit der ersten Stoffkomponente angereicherte Stoff durch eine ringförmige Öffnung (16) in dem Boden (14) strömt und dabei ein ringförmig geschlossener Sedimentfilm gebildet wird und daß das Waschfluid den ringförmig geschlossenen Sedimentfilm von außen nach innen oder von innen nach außen durchströmt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines Bewegungsorgans in den Behälter (10) gezielt



Bewegungsenergie, insbesondere in den Bereich der Sedimentationszone eingebracht wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sedimentationsrichtung, in welcher der Sedimentfilm strömt, zu einer Gravitationsrichtung des Gravitationsfeldes gleichgerichtet oder entgegengesetzt verläuft.

10. Vorrichtung zur Stofftrennung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem Behälter (10), der zum Aufnehmen und Sedimentieren eines Stoffes mindestens eine Sedimentationskammer (12) umfaßt, die an einem Ende durch einen Boden (14) begrenzt ist, der eine Öffnung (16) zum Ableiten eines sedimentierten Stoffes aufweist, wobei in dem Behälter (10) eine Strömungseinrichtung zum Zuführen eines Waschfluides vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet,  
 - daß die Öffnung (16) in dem Boden (14) der Sedimentationskammer (12) als ein Spalt ausgebildet ist, durch welchen beim Ableiten des sedimentierten Stoffes ein Sedimentfilm erzeugbar ist, und  
 - daß die Strömungseinrichtung zumindest einen Kanal (18, 20) umfaßt, der in einem Bereich eines Austrittes des Sedimentfilmes aus dem Spalt angeordnet und zum Anströmen des Sedimentfilmes durch das Waschfluid ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum Bilden eines ringförmigen Sedimentfilmes der Spalt in dem Boden (14) der Sedimentationskammer (12) ringförmig ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein innerer Kanal (20) als Zulaufkanal innerhalb des ringförmigen Sedimentfilmes angeordnet ist und daß die Strömungseinrichtung einen ringförmigen äußeren Kanal (18) als Ablaufkanal aufweist, der den ringförmigen Sedimentfilm umgibt und zum Ableiten des den Sedimentfilm durchströmenden Waschfluides ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein äußerer Kanal (18) als Zulaufkanal ringförmig ausgebildet ist und den ringförmigen Sedimentfilm umgibt und daß ein innerer Kanal (20) als Ablaufkanal innerhalb des ringförmigen Sedimentfilmes angeordnet und zum Ableiten des den Sedimentfilm durchströmenden Waschfluides ausgebildet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Behälter (10) mehrere Sedimentationskammern (12) kaskadenartig übereinander angeordnet sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablaufkanal einer Sedimentationskammer (12) leitungsverbunden ist mit dem Zulaufkanal einer in Sedimentationsrichtung vorangehenden Sedimentationskammer (12) und daß der Spalt (16) einer Sedimentationskammer (12) in Sedimentationsrichtung unmittelbar über der nachfolgenden Sedimentationskammer (12) angeordnet ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden (14) der Sedimentationskammer (12) trichterförmig zu dem Spalt (16) hin ausgebildet ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Sedimentationskammer (12) rotationssymmetrisch zu einer Mittenachse ausgebildet ist und daß die Sedimentationskammer (12) zumindest zwei ringförmige Wandelemente (22, 25; 24, 28) aufweist, von denen zumindest ein Wandelement (22; 25, 28) konisch zur Mittenachse ausgebildet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein Träger (26) vorgesehen ist, welcher parallel und insbesondere koaxial zur Mittenachse angeordnet ist, und daß zumindest ein radial innen liegendes

Wandelement (25; 28) der Sedimentationskammer (12) an dem Träger (26) befestigt ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (26) relativ zu dem Behälter (10) bewegbar gelagert ist.

5 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (26) drehbar gelagert und über einen Motor drehend angetrieben ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (26) axial verschiebbar ist.

10 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (26) hohl ist und mit Durchbrüchen (30) zum Leiten des Waschfluides innerhalb des Trägers (26) ausgebildet ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (10) im wesentlichen zylindrisch zu einer Mittenachse ausgebildet ist.

15 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein Bodenbereich (32) des Behälters (10) konisch ausgebildet und mit einer mittigen Ableitung (34) sowie einem ringförmigen Zufluß (36) für das Waschfluid versehen ist.

20 25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß an einem dem Bodenbereich (32) gegenüberliegenden Ende des Behälters (10) eine Beruhigungszone (43) zum Sammeln des Waschfluides und der getrennten zweiten Stoffkomponente vorgesehen ist und daß eine Zuleitung (40) für noch unbehandelten Stoff zu der oder den Sedimentationskammern (12) unterhalb der Beruhigungszone in den Behälter (10) mündet.

25 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Behälter (10) parallel und/oder in Reihe geschaltet sind.

## Zusammenfassung

### Verfahren und Vorrichtung zur Stofftrennung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stofftrennung, bei dem ein Stoff, welcher zumindest eine erste Stoffkomponente und eine zweite Stoffkomponente umfaßt,

5 sowie ein Waschfluid in einen Behälter mit mindestens einer Sedimentationskammer eingeleitet und einem Gravitationsfeld ausgesetzt werden, unter Einfluß des Gravitationsfeldes in der Sedimentationskammer die erste Stoffkomponente in einer Sedimentationszone angereichert wird, welche durch einen Boden begrenzt ist, und der Stoff mit der angereicherten ersten Stoffkomponente aus der

10 Sedimentationszone über eine Öffnung in dem Boden abgeleitet wird, wobei der Stoff mit der angereicherten ersten Stoffkomponente durch die Öffnung in dem Boden als ein Sedimentfilm abgeleitet wird, welcher durch das Waschfluid quer angeströmt wird, und das Waschfluid den Sedimentfilm durchströmt und dabei eine

15 zumindest teilweise Verdrängung der verbliebenen zweiten Stoffkomponente aus dem Sedimentfilm erfolgt. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung insbesondere zur Durchführung des Verfahrens.

Fig. 1

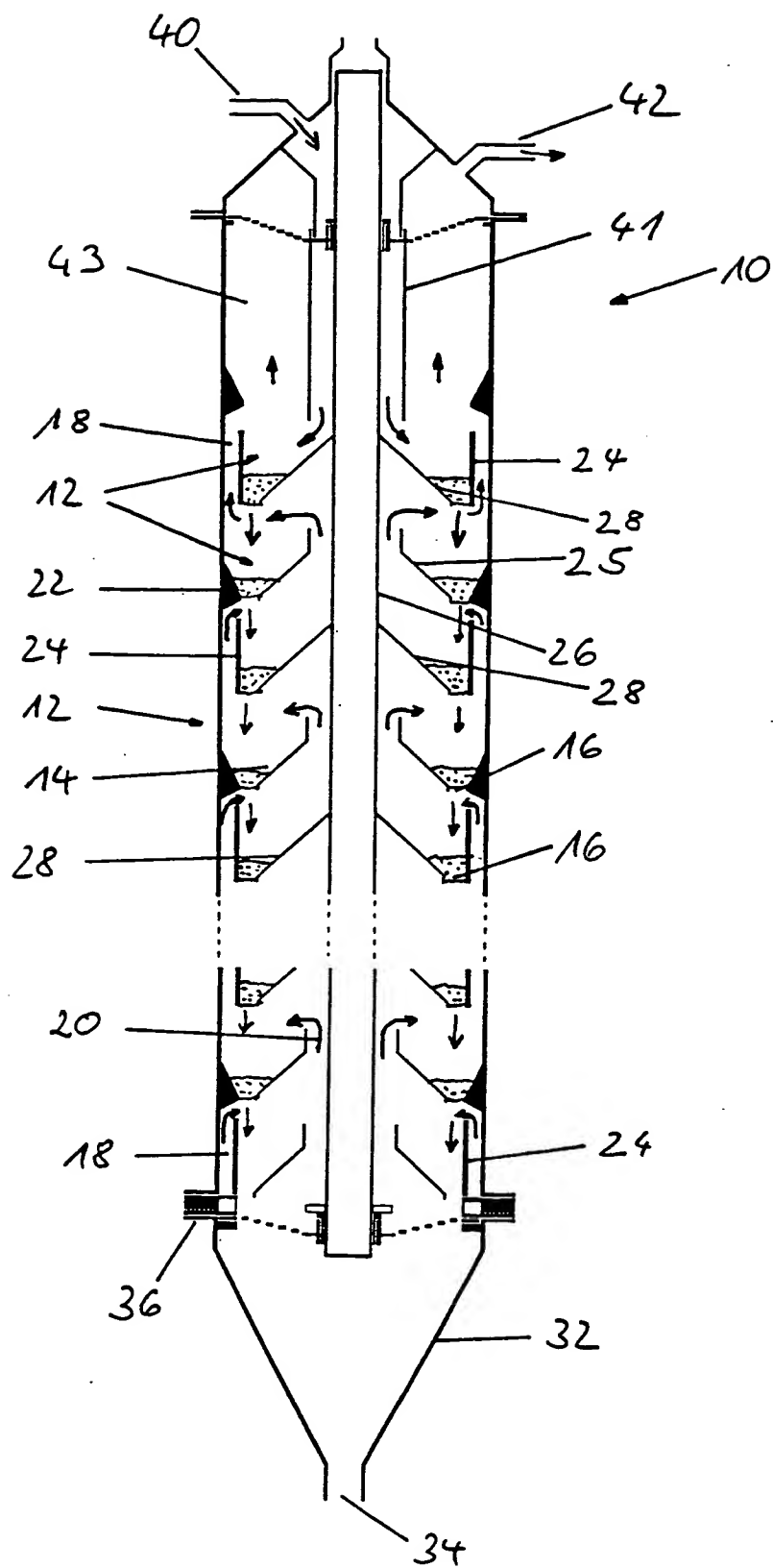


Fig. 2

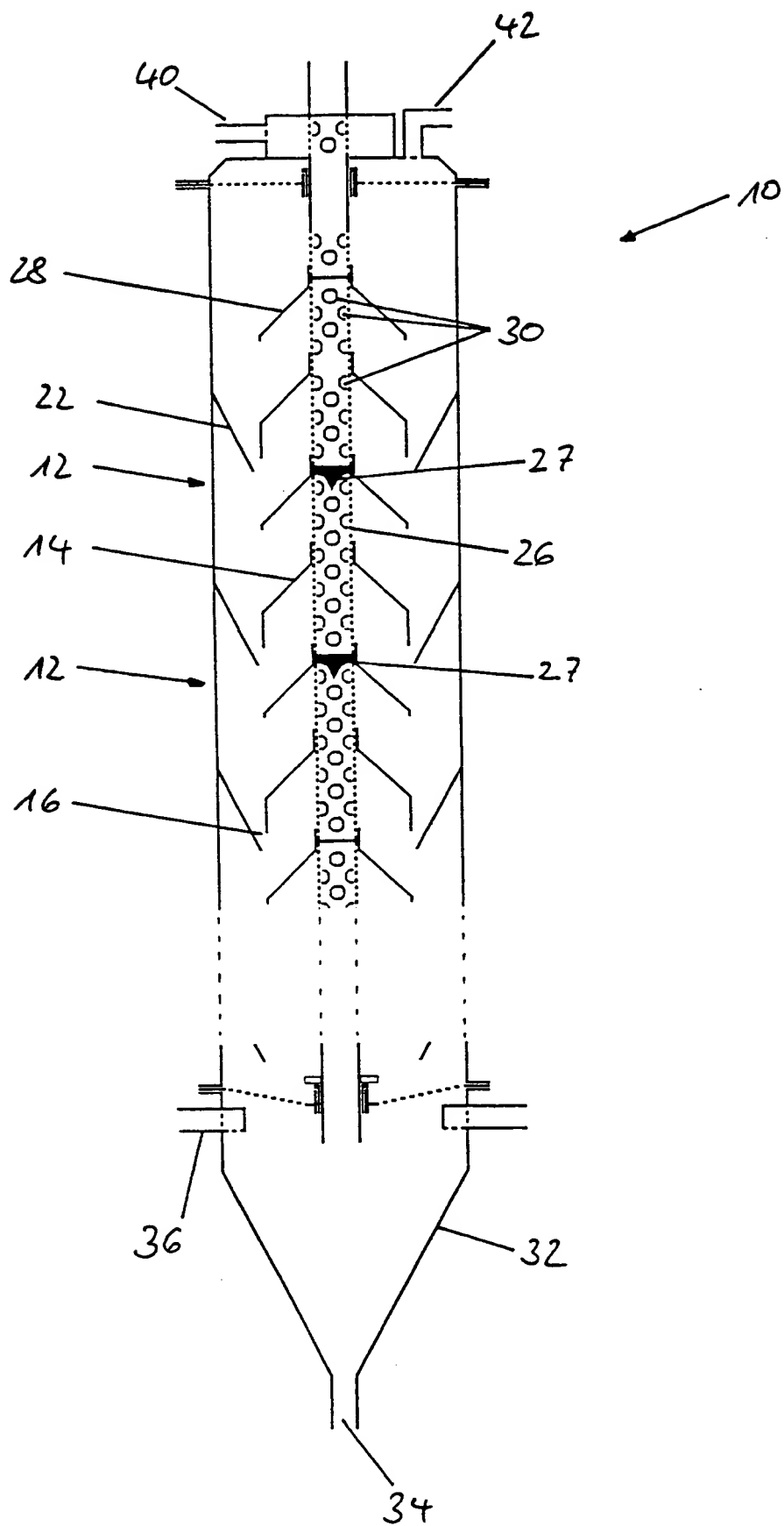


Fig. 3

